



TITLE:

Cu<sub>3</sub>Au合金における秩序-無秩序  
相転移の過渡過程における秩序整  
列過程の研究(臨界現象,研究会報告  
)

AUTHOR(S):

橋本, 巍洲

---

CITATION:

橋本, 巍洲. Cu<sub>3</sub>Au合金における秩序-無秩序相転移の過渡過程におけ  
る秩序整列過程の研究(臨界現象,研究会報告). 物性研究 1977, 29(1):  
A21-A25

ISSUE DATE:

1977-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89416>

RIGHT:

$\text{Cu}_3\text{Au}$  合金における秩序—無秩序相転移の過渡過程における秩序整列過程の研究境界が求まり、これは先に得られている結果と一致する。<sup>2) 4)</sup> (17)の [ ] 内が消えるところで F—G L P の相境界が得られ、

$$P = \frac{1}{2} \frac{x(2+x) + t[1+5x-2x^2-2t^2(1+x)]}{t[1+5x+2x^2-2t^2(1+x)]} \quad (19)$$

で与えられる。T = 0 で F—G L P の境界は  $P = 7/8$  となる (ref. 4) の Appendix の結果と一致)。

(7)(10)(12)と(18) ( $x \equiv l_G^2 t^2$ ) を用いれば G L P のエネルギーが、(7)(10)(12)と(17) ( $x \equiv l_F^2 t^2$ ) を用いれば Ferro のエネルギーが得られそれから比熱、エントロピーが求まる。<sup>5)</sup>

積分方程式(9)から一般の分布 P(J) に対する F, G L P, P の相境界も得られる。この分布を中心 J, 幅  $2\Delta$  の長方形分布にとった場合の相境界は ref. 6) に与えられて居る。 $J = J_0 z$ ,  $\Delta = \Delta_0 \sqrt{z}$  と  $z \rightarrow \infty$  の極限で Bethe 近似は分子場近似に tend して P—F, P—G L P の相境界は Scherrington Kirkpatrick<sup>7)</sup> のそれと一致する。

#### 参 考 文 献

- 1) F. Matsubara, Prog. Theor. Phys. **51** 1694 (1974)
- 2) F. Matsubara and M. Sakata, Prog. Theor. Phys. **55** 672 (1974)
- 3) S. F. Edwards and P. W. Anderson, J. Phys. F. **5** 965 (1975)
- 4) S. Katsura, Prog. Theor. Phys. **58** No. 2 (1977)
- 5) S. Katsura and S. Fujiki, 投稿準備中
- 6) D. Sherrington and S. Kirkpatrick, Phys. Rev. Lett. **35** 1792 (1975)

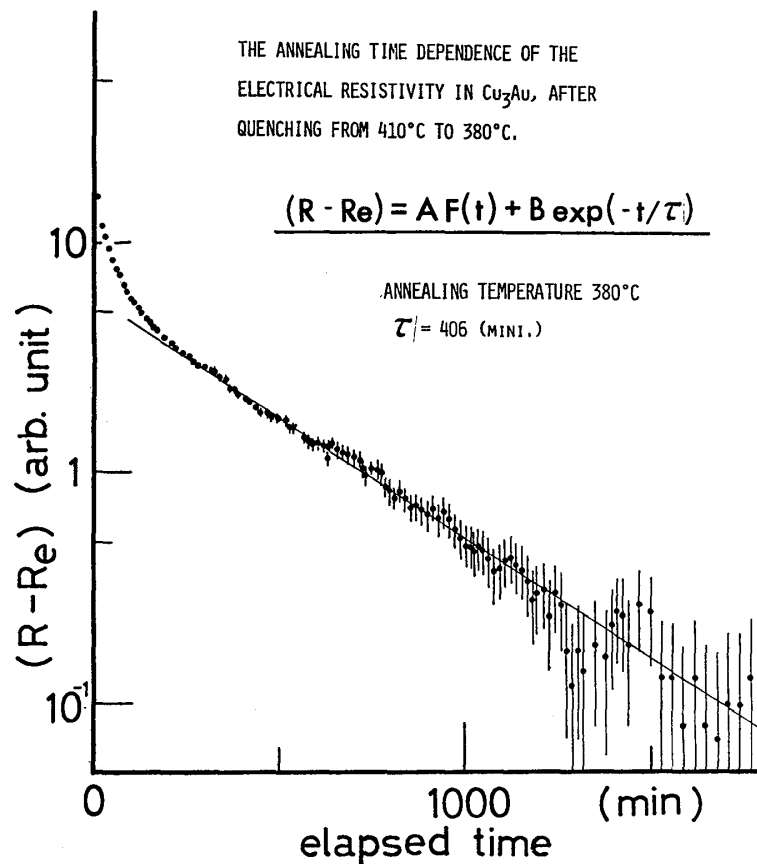
### $\text{Cu}_3\text{Au}$ 合金における秩序—無秩序相転移 の過渡過程における秩序整列過程の研究

東工大・理 橋 本 巍 洲

二元合金系の秩序—無秩序相転移の問題は、Ising スピン系における相転移の問題の

適例と考えられ、近年、注目され研究されている。

我々は、二元合金  $\text{Cu}_3\text{Au}$  を選択し、その相転移を研究している。 $\text{Cu}_3\text{Au}$  合金は、面心立方構造を持ち、 $391.1^\circ\text{C}$  で、 $\text{Cu}$  および  $\text{Au}$  原子の配列が秩序—無秩序相転移を行う合金である。我々の現在の興味を中心は、無秩序状態より秩序状態へ転移する際の、秩序整列 cluster の成長過程である。 $\text{Cu}_3\text{Au}$  合金が選択されたのは、無秩序状態から秩序状態への転移の緩和時間が、非常に長いためである。

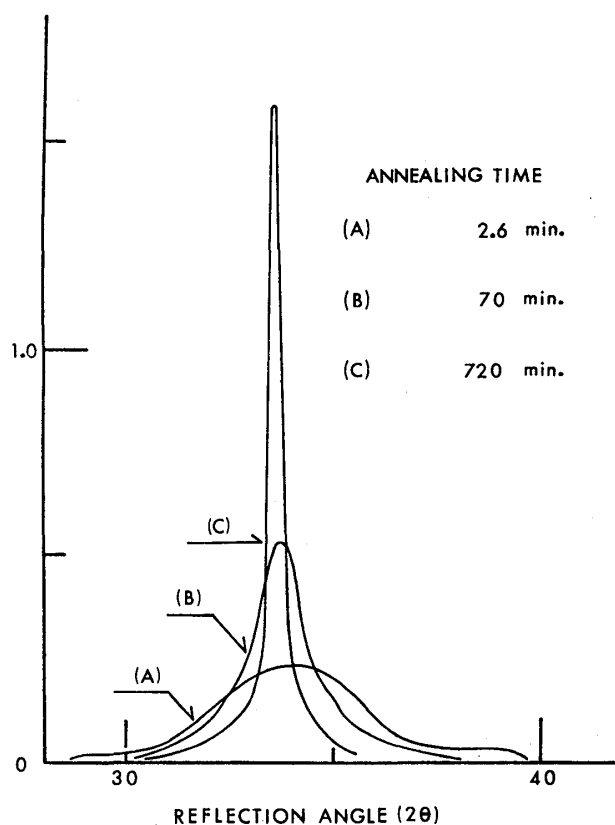


第1図  $410^\circ\text{C}$  ( $> T_c$ ) で焼鈍後、 $380^\circ\text{C}$ に急冷し、焼鈍を続けた場合の、電気抵抗 ( $R - R_e$ ) の焼鈍時間依存性。 $R_e$  は、 $380^\circ\text{C}$ での熱平衡状態での電気抵抗値、 $\tau$ は熱平衡へ到達する迄の緩和時間。

第1図にその測定の一例を示す。キュリー点以上の温度  $410^\circ\text{C}$ で焼鈍した試料を、キュリー点以下の温度  $380^\circ\text{C}$ に急冷し、この温度で焼鈍しながら、 $\text{Cu}_3\text{Au}$  試料の電気抵抗の経時変化を求めると、第1図の如くなる。これより、緩和時間  $\tau$  は、406分と求め

Cu<sub>3</sub>Au 合金における秩序-無秩序相転移の過渡過程における秩序整列過程の研究  
られ、急冷温度がキュリー点に近づくと、緩和時間は更に長くなる。

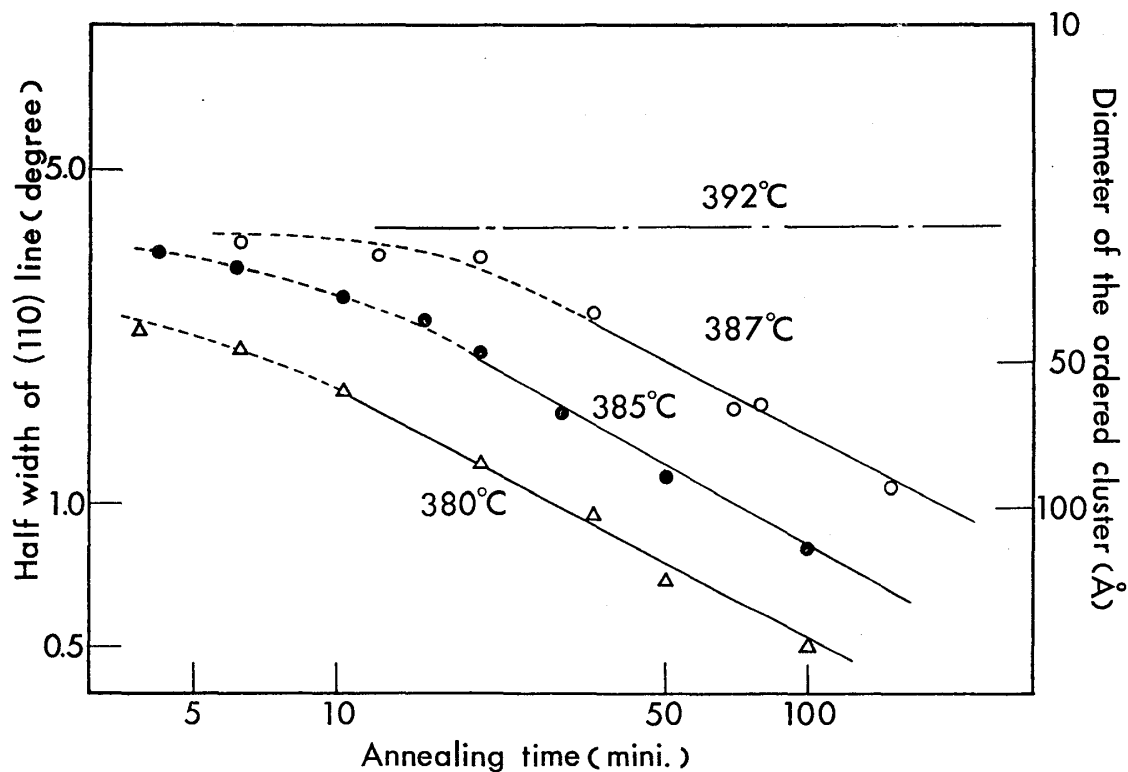
秩序整列 cluster の成長過程を追う実験は、次の手順で行われた。Cu<sub>3</sub>Au 試料を真空封入し、キュリー点 391.1 °C 以上の温度 410 °C で長時間焼鈍し、試料をほぼ完全な無秩序状態にする。試料焼鈍の温度を、410 °C から、キュリー点以下の温度に急変させ、この温度で色々な長さの時間間隔で焼鈍し、氷水で急冷する。この様な試料の X 線回折実験を行い、(110) 超格子線の線巾および線型の、温度急変後の焼鈍の経過時間依存性を求める。



ANNEALING TIME DEPENDENCE OF THE (110) REFLECTION LINE  
SHAPE IN THE SAMPLE ANNEALED AT 389°C.

第 2 図 410 °C ( $> T_c$ ) より、389 °C に試料温度を急変させ、焼鈍を続けた時の (110) 超格子反射線型の焼鈍時間依存性。但し、積分強度は規格化してある。

第 2 図に実験結果の 1 例を示す。410 °C で焼鈍し、389 °C に急冷後、2.6、70 及び 720 分間焼鈍された試料の (110) 反射線の線型は、焼鈍時間の増加と共に、非常に広い反射線が、鋭いピークを持つそれへと変化してゆく。



第3図  $410^{\circ}\text{C}$  ( $> T_c$ ) より, キュリー点 ( $T_c$ ) 以下の色々な温度へ, 試料温度を急変させ, 焼鈍を続行した場合の, 積分半値巾  $B(110)$  の焼鈍時間依存性。右側縦軸は, 秩序整列 cluster が球型であると仮定した場合の, cluster 直径  $D$  を示す。

第3図に  $(110)$  反射線の積分半値巾  $B(110)$  の焼鈍時間依存性を示す。秩序整列 cluster が球形であると仮定し, Stokes-Wilson の微少結晶の回析理論を援用すると, この半値巾  $B(110)$  より, 秩序整列 cluster の直径  $D$  が見積もられる。この  $D$  が, 右側縦軸に目盛ってある。

この  $B(110)$  の経時変化は次の2つの領域に分かれる様である。

- (i) 経過時間  $t$  が長い領域, 例えば, 急冷後の焼鈍温度  $387^{\circ}\text{C}$  の場合,  $\sim 40$  分より長い焼鈍時間領域では, 秩序整列 cluster の径成長率は  $t^{\frac{1}{2}}$  に比例し, 焼鈍温度には殆んどよらない。
- (ii) 経過時間  $t$  の短い領域, 例えば  $387^{\circ}\text{C}$  の場合,  $\sim 40$  分より短い領域では, 成長

Cu<sub>3</sub>Au合金における秩序-無秩序相転移の過渡過程における秩序整列過程の研究率は  $t^{\frac{1}{2}}$  よりずれ、勾配はゆるやかになる。

(i)の領域に関しては、Rudman<sup>1)</sup>や K. Kawasaki<sup>2)</sup>等は、熱平衡状態においては、Dが  $t^{\frac{1}{2}}$  に比例するという理論的計算結果を導いているが、この結論と我々の実験結果は全く一致する。

(ii)の領域の  $t$  依存性は、(i)の機構とは異なる機構によると考えられる。Binder<sup>3)</sup>等によると、スピノダル分解における整列 cluster 成長率は、初期の凝塊過程と、後期の cluster の成長過程では、異なる  $t$  依存性を示すことを導いている。我々の結果は、スピノダル分解ではないが、この結果を参考にすると、試料中の短距離秩序領域を核にして、試料が、小さな秩序整列 cluster に分割される迄の過程に対応するのが、この領域ではないかと考えられる。

このような2つの異なる機構による cross-over を、我々は、観測したのではないかと現在では考えているが、論断出来ない。今後の理論的研究の発展が望まれる。

#### 参 考 文 献

- 1) P. S. Rudman; Paper on order-disorder kinetics presented at AIME Annual Meeting February 1964, Dept. Phys., Technion Israel, Haifa, Israel.
- 2) K. Kawasaki; Private communication. This Theory will be published in Physical Review 1977.
- 3) K. Binder and D. Stuffer; Phys. Rev. Letters 33, (1974) 1006.